

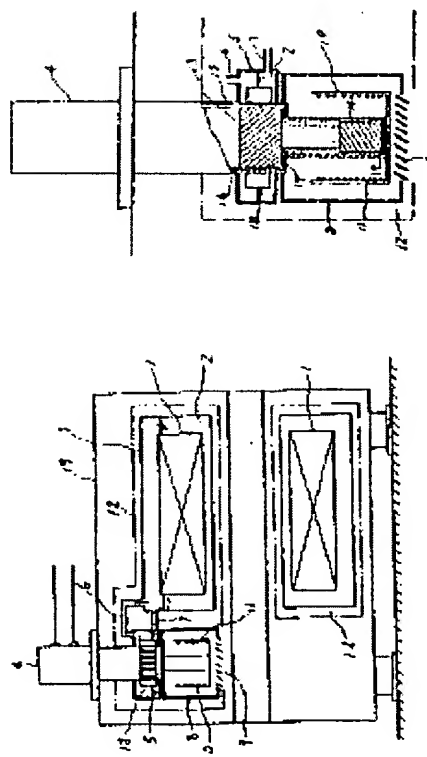
SUPERCONDUCTING EQUIPMENT

Patent number: JP63260007
Publication date: 1988-10-27
Inventor: NEMOTO TAKEO; OGATA HISANAO; SHIRAKU YOSHINORI; MORI HIDEAKI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: F17C3/08; H01F7/22; H01L39/04
- european:
Application number: JP19870093056 19870417
Priority number(s): JP19870093056 19870417

Report a data error here

Abstract of JP63260007

PURPOSE:To enable a vacuum container to maintain heat insulating performance in satisfactory conditions by a method wherein a freezer with a 1st stage and a 2nd stage whose freezing temperatures are different from each other is employed and the 1st stage is utilized for cooling a superconducting magnet and the 2nd stage is utilized as a cryopump.
CONSTITUTION:A 1st stage 13 and a 2nd stage 14 are cooled by driving a freezer 4. The 2nd stage 14 of the freezer 4 is a cooling source used for a cryopump and the heat of the 2nd stage 14 is transmitted from a casing 15 to a cryopanel 10 with a high efficiency at a low thermal temperature by gas 16 and a contactor 17. Therefore, as the temperature of the cryopanel 10 is maintained at 10-20K, gases emitted in a vacuum container 19, especially carbon monoxide, nitrogen, oxygen, hydrogen, helium and so forth which are not adsorbed at the temperature level of 80K, are adsorbed by the cryopanel 10 so that the vacuum inside the vacuum container can be maintained in satisfactory conditions. Therefore, a superconducting equipment with a high heat insulating performance can be provided in the vacuum container 19.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-260007

⑤ Int. Cl.⁴H 01 F 7/22
F 17 C 3/08
H 01 L 39/04

識別記号

Z A A
Z A A

庁内整理番号

F-6447-5E
8711-3E
8728-5F

④ 公開 昭和63年(1988)10月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 超電導装置

⑭ 特 願 昭62-93056

⑮ 出 願 昭62(1987)4月17日

⑯ 発 明 者 根 本 武 夫 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑰ 発 明 者 尾 形 久 直 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱ 発 明 者 白 染 善 則 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 森 英 明 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

超電導装置

2. 特許請求の範囲

1. 冷凍機の高温側の第1ステージに超電導導体を、低温側の第2ステージにクライオパネルを、熱的に結合して真空容器内に設けたことを特徴とする超電導装置。
2. 前記超電導導体として、高熱伝導性の部材を一体にして成る超電導導体を用いたことを特徴とする第1項記載の超電導装置。
3. 前記冷凍機とその冷凍機の寒冷部を高熱伝導性のガスで密封してなる冷凍機ケーシングと前記冷凍機ケーシングの前記第1ステージに凝縮器を熱的に結合させて、寒剤容器と配管で連結し、さらに前記寒剤容器と前記超電導導体を納めたガス容器とを熱的に接続し、また、前記冷凍機ケーシングの前記第2ステージに前記クライオパネルを熱的に結合し前記冷凍機ケーシング、前記凝縮器、及び前記超電導導体を前記真

空容器に納めたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の超電導装置。

4. 二段のステージを有する前記冷凍機とその冷凍機の寒冷部を高熱伝導性のガスで密封してなる冷凍機ケーシングと前記超電導導体を冷やす寒剤容器とが納められて成る前記真空容器において前記冷凍機ケーシングの高温側に前記寒剤容器と配管で連結された凝縮器を備え、かつ前記冷凍機ケーシングの低温側に前記クライオパネルを熱的に結合したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の超電導装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、特に超電導導体を納める真空容器内の真空を良好にし、断熱性能の良い超電導装置に関する。

〔従来の技術〕

従来の装置は、特開昭61-175400号公報に記載のように冷凍機の第1ステージ(約80K)を80Kふく射シールド、第2ステージ(約20K)

を中間冷却に、第3ステージ(10 K以下)を超電導マグネットの冷却に使っていた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、超電導マグネットの超電導線材がNbTi(ニオブチタン)、Nb₃Sn(ニオブサンスズ)で作られているため、20 K以下の極低温にすることが必要となっていた。冷凍機の第3ステージは超電導マグネットの冷却に利用し、また、室温(300 K)から第3ステージへの侵入熱を遮蔽する目的で第1ステージ(約80 K)は、第2ステージおよび超電導マグネットを包む80 Kシールドと熱的に接続された構造をとっていた。特に、実用上、冷凍機の第1ステージへのふく射熱を低減するためには、80 Kシールド上を反射材を積重ねた積層断熱材で覆う。このとき、反射材からの放出ガステに80 Kで凝縮しない一酸化炭素、窒素、酸素などが、第2ステージ及び第3ステージと接続する部材の表面に堆積し光の反射率を低下させ、輻射による侵入熱を増大させ断熱性能の低下を招いていた。

(77 K対応) - (液体N₂温度対応)

本実施例に用いる高温超電導材は、例えばイットリウム・バリウム・銅の三元系酸化物(セラミクス)であり、液体窒素中で1.5テスラの磁場を加えると超電導が破れ、超電導状態で電流量を0.02 A/cm²乃至0.2 A/cm²に変化させても維持し得る、科学技術庁金属材料研究所開発の材料である(昭和62年3月3日付日刊工業新聞参照)。

(123 K対応)

本実施例で使用する高温超電導材は、例えば化学式が一般式ABO₃で示される所謂キュービックペロブスカイトであり、その具体例を挙げれば(α₁-xβx)CuO_{3-y}で表わされる。

上式中、xは0 ≤ x ≤ 1、yは0 ≤ y < 1、α、βは夫々スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)、ランタン(La)の如き周期表Ⅲ族a亜族に属する元素や、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)の如き周期表Ⅱ族a亜族に属する元素を示す。

このような所謂高温超電導材の製法は、例えば

本発明の目的は、真空容器の断熱性能が常に良好な状態を保持する超電導装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、冷凍温度の異なる第1ステージ(高温側)と第2ステージ(低温側)を有する冷凍機を用い、第1ステージを超電導マグネットの冷却に、第2ステージをクライオポンプとして利用することにより達成される。

〔作用〕

2段の冷凍機の第1ステージは、30 K以上特に30 ~ 80 Kが好ましく、超電導マグネットの冷却として、第2ステージは10 ~ 20 Kが好ましい。クライオポンプとして使う。このため、冷凍機を運転することにより超電導マグネットは、安定した励磁が行え、また、真空容器を密閉した状態で内部の放出ガスを常に吸着し続け、優れた断熱性能を有する超電導装置となる。

尚、本発明の第1ステージに適用しうる高温超電導材は例えば次のものである。

La₂O₃、Y₂O₃等のⅢa族元素の酸化物と

BaCO₃、SrCO₃、CaCO₃等のⅡa族元素の炭酸塩と、酸化銅(CuO)とを各粉末状態で混合し焼結して得られる。バリウム0.6、イットリウム0.4(従ってx=0.4)、銅1、酸素3(従ってy=0)の割合で900 ~ 1100℃下に熟して焼き固めたペロブスカイトは、超電導開始温度が123 K、完全に抵抗ゼロとなる超電導終了点は90 Kである。

(-40℃対応)

本実施例に用いる高温超電導材は、例えばカリフォルニア大学ローレンス・バークレー研究所の研究グループの開発した酸化合物系新物質を使用し得る(昭和62年度3月5日付読売新聞参照)。

尚、本発明の応用例としては高温側第1ステージ、低温側第2ステージいずれにも超電導体を使用して、この両ステージに使用する超電導体の臨界温度差を用いることも可能であり、具体的には上記各対応温度の組み合わせである。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図と第2図を使って構成の説明をする。

第1図において1は、超電導マグネットである。超電導マグネット1の線材は比較的高温(30K以上)で超電導の性質を保持しているものである。2は超電導マグネット1を冷却また安定に保持するための寒剤たとえば液体窒素である。3は、超電導マグネット1と寒剤2を納めている容器である。4は、第1ステージの温度約80Kと第2ステージの温度約20Kの温度を得る冷凍機である。5は、冷凍機4の第1ステージに熱的に接続した凝縮器で6は、寒剤2の蒸発したガスを凝縮器5に導くガス配管である。7は凝縮器5でガスが再凝縮された液を容器3に戻す液戻り管である。8は、第1ステージに熱的に接続されている80Kシールドで第2ステージ側を包み込み、常温からのふく射熱を遮へいしている。また9は、シエブロんで、常温からのふく射熱を防止することと真空容器内のガスを第2ステージのクライオパネル11内に取込む通孔の役目をしている。11は、

活性炭で低温でヘリウム、水素およびネオン等を吸着するものである。12は、積層断熱材で、容器3、凝縮器5、80Kシールドを包み込み常温からのふく射熱をできるだけ小さくして寒剤2の蒸発量を少なくしている。19は、真空容器である。

第2図は、第1図における冷凍機4、凝縮器5およびクライオパネル10を詳しく示した図である。13は、冷凍機本体4の第1ステージで、14は、第2ステージである。15は、冷凍機本体4の第1ステージ13と第1ステージ14を入れるケーシングである。16は、ケーシング内部に封入したガスで熱を良く伝えるヘリウムガスが適当である。17は、第1および第2ステージ13、14とケーシング15を機械的に接触させる接触板で、柔軟く高熱伝導特性をもつ材質のインジウム及び薄い銅板でできている。18は、凝縮器5の内部に設けたフィンで第1ステージの冷たい熱を効率よく凝縮器5内の凝縮ガスへ伝える働きをする。

以下、実施例の動作の説明をする。第1図の超電導マグネット1および寒剤2を込めた容器3は常温(300K)からのふく射熱が積層断熱材を介して侵入する。また、この容器を真空容器(300K)と支持固定する支持材から伝導により熱が侵入する。これらの侵入熱により寒剤(液体窒素)は蒸発する。一方、冷凍機4を運転することにより第2図の第1ステージ13と第2ステージ14は冷却される。第1ステージ13では例えば約77Kで約65W、第2ステージ14では約20Kで7Wの性能が得られる。なお、本発明の適用例では第2ステージの冷凍容量はもつと小さくすることもできる。第1ステージ13で得られた冷却源はガス16、あるいは接触板17、ケーシング15を介して凝縮器5内に設けたフィン18に伝わり、そしてフィン18表面で容器3からガス配管6を通ってきたガスを凝縮させる働きをする。ガスの凝縮する温度レベルは窒素の場合、約65Kまで下げることができる。このガスが凝縮した液は、凝縮器5下部に一度溜まった後に、

液戻り管7を伝わって寒剤2が入っている容器3に再び戻ってくる。このように、容器3と凝縮器5との間では、液の蒸発と蒸発ガスの凝縮が絶え間なく行われているため、寒剤の消費が全くなく超電導マグネット1は、常に安定に励磁された状態を保つことが可能となっている。

冷凍機4の第2ステージ14は、クライオポンプに利用する冷却源である。第2図のガス16及び接触板17は、第2ステージ14の熱をケーシング15からクライオパネル10に熱抵抗を少なくして効率よく熱を伝えている。このため、クライオパネル温度は10~20Kに保持されることから、真空容器19内で放出されたガ斯特に80Kレベルで吸着されなかつた一酸化炭素、窒素、酸素、水素、ヘリウムなどがクライオパネル10に吸着されるので、常に真空容器内部の真空は、良好な状態が維持されている。特に、人体用磁気共鳴断層撮像装置用の超電導装置においては、医療用装置であることからだれにでも扱えることが大切になってきている。また、超電導装置では従

来、わずらわしい寒剤の補給作業をなくすことが重要な課題となっていた。第1図の実施例では、現在、冷凍機4のメンテナンスが年2回ほどあるため、冷凍機4は真空容器19と着脱交換可能な様にケーシング15と冷凍機4とをガス16で熱的に接続した構造をとっている。冷凍機4を真空容器から取りはずしている間は、容器3内の寒剤2の潜熱により超電導マグネット1の温度を一定に保ち続けることができる。この間、寒剤2は蒸発し大気中に吐出管(図示せず)により放出される。前記医療用装置の容器3の寒剤2の液溜量は、冷凍機のメンテナンス期間を一週間とすればおよそ100ℓあれば十分である。冷凍機のメンテナンス期間に寒剤2が蒸発した量は、補給管(図示せず)より補給し超電導マグネット1が寒剤2で満たされる様にするとよい。メンテナンス期間中あるいは、通常冷凍機運転中の寒剤2の消費量を少なくするためには、容器2を積層断熱材12で包み込みこと必要となっている。この積層断熱材12は、片面アルミ蒸着されたポリエステルフィ

ルムをアルミ蒸着面と、蒸着されない面を幾層にも重ねたもの、また、両面アルミ蒸着ポリエステルフィルムとスペーサを交互に幾層も積層したものである。この積層断熱材12の断熱効果は、しない場合の約10倍と大きいものである。しかしながら、この積層断熱材12の性能は、フィルムまたはスペーサ間の真空度に依存するため、この積層断熱材12内圧を高真空に保持することが不可欠となっている。クライオパネル10は、真空容器19内の放出ガスをすべて吸着することで真空容器内の圧力を小さくするものである。さらに、真空容器19部材または、積層断熱材12からの微量な放出ガスまで吸着するため、真空容器19の内は、常に真空が良好(10^{-6} Torr以下)な状態が得られることから断熱性能の高い超電導装置となる。

第3図は、本特許の他の実施例である。第1図と第2図の同じ部分は、同一符号で示している。第3図の20は、寒剤容器である。容器2内には、ガス21が封入され超電導マグネット1の温度を

均一にしている。また、22は、超電導マグネット1の温度を均一にして容器3に支持固定する高熱伝導部材である。24は、寒剤容器20と容器3を熱的に接続するアンカーである。

以下、第3図を使つて動作の説明をする。超電導マグネット1を入れた容器3の侵入熱は、アンカー24を伝わつて寒剤容器20に入る。寒剤2は、この侵入熱で蒸発しガス化する。このガスは、ガス配管6により凝縮器5内に導かれ、液化する。凝縮器5に溜まつた液は、戻り液管7を通つて再び寒剤容器20内に戻る。寒剤の冷熱内は、寒剤容器20からアンカー24そして高熱伝導部材22を経て超電導マグネット1に伝わり常に寒剤(液体窒素)温度に保たれている。この他(クライオパネル10等)の部分の構造及び動作は第1図と第2図と同一である。

第4図も本特許の他の実施例で第5図は、第4図A-Aから切断して見た斜視図である。第4図と第5図の同一符号は、同一部分を示している。冷凍機の第1ステージ13は、上記に示したもの

と異なりケーシングをなくして冷凍機の第1ステージ13に直接アンカー24を熱的に結合したものである。この結合部は、高熱伝導性のグリース、ペーストを塗つて接触熱コンダクタンスを高めて使うとよい。超電導マグネット1も、これまでの実施例と違つて容器なしで高熱伝導体22と一体化している。高熱伝導体22は、アンカー24と高熱伝導性のグリースまたはペーストを介して接合されている。超電導マグネット1の熱は、高熱伝導体22、アンカー24、そして冷凍機の第1ステージ13と伝達されて30~80Kまで冷却することができる。クライオパネル10は第2ステージ14に同様に直接接合されているため容易に低温約20Kに至りクライオポンプの働きをする。以上本特許は、冷凍機の第1ステージで超電導マグネットの冷却を行い、第2ステージでクライオポンプの働きをするため、超電導マグネットは、常に安定な励磁が行え、また、真空容器内の真空を常に良好な状態に維持できることから断熱性能の優れた超電導装置が得られる。なお、以上

述べた超電導マグネットのかわりにジョセフソン素子等の超電導導体でも良い。

第6図、第7図、第8図に本発明に適用した超電導マグネット用の線材の実施例を示す。101は超電導材で、銅やキュプロニッケルなどの銅合金、インコネルなどの耐熱合金からなる被覆材102内に充填されている。103はセラミック系の絶縁材である。超電導材101としては、例えばイットリウム-バリウム-銅の酸化物($YBa_2Cu_3O_7$)を被覆材102の中に入れ、丸形又は薄板状の断面に線引きした。場合によっては芯線104を入れる。芯線としては、銅や銅合金など被覆材102と同様の物質でよい。芯線104は、線引き加工をし易くする一方、ヒータにもすることができる。線引き加工後、900～1100℃数時間の熱処理を行って超電導材とする。又は、コイル巻線後に被覆材102又は芯線104に直接電流を流して加熱してもよい。

〔発明の効果〕

本発明によれば、2段の冷凍機を使うことによ

って超電導マグネットの冷却とクライオポンプの働きと分けて同時に2つの役目をする事ができるため、安定な励磁が常に行える超電導マグネットと断熱性の優れた超電導装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

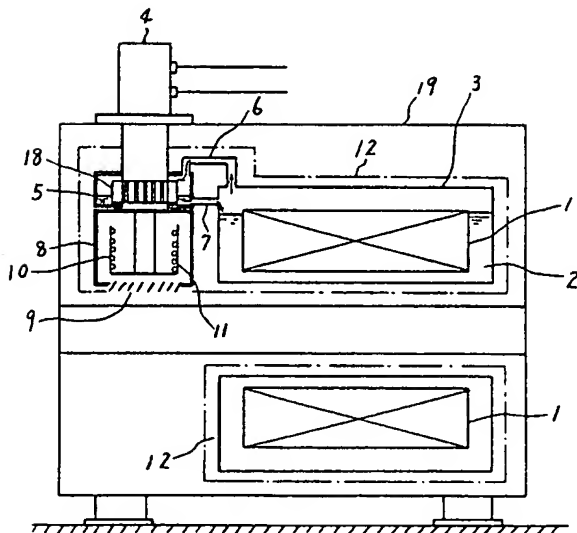
第1図、第3図及び第4図はそれぞれ本発明の相異なる実施例の超電導装置の断面図、第2図は第1図の冷凍機部分の拡大断面図、第5図は、第4図のA-A断面の斜視図、第6図、第7図及び第8図はそれぞれ本発明に適用しうる超電導線の相異なる実施例を示す断面図である。

1…超電導マグネット、2…寒剤、4…冷凍機、5…凝縮器、8…80Kシールド、10…クライオパネル、22…高熱伝導性部材。

代理人 弁理士 小川勝男

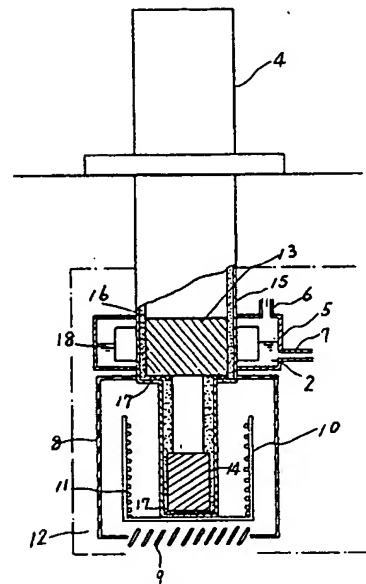


第 1 図



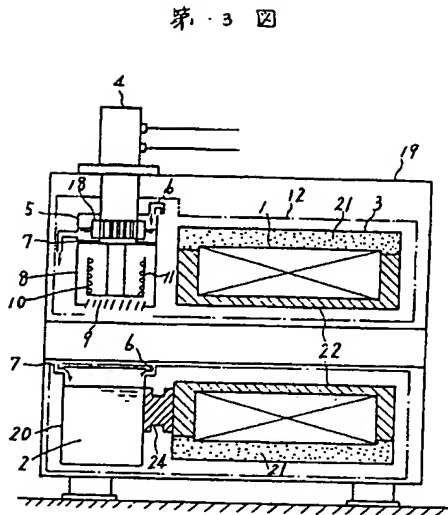
1…超電導マグネット
2…寒剤
4…冷凍機
5…凝縮器
8…80Kシールド
10…クライオパネル

第 2 図

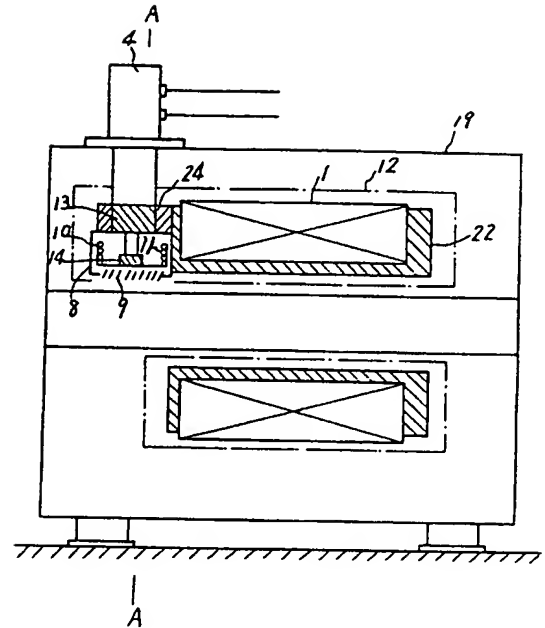


2…寒剤
4…冷凍機
5…凝縮器
8…80Kシールド
10…クライオパネル

第 4 図

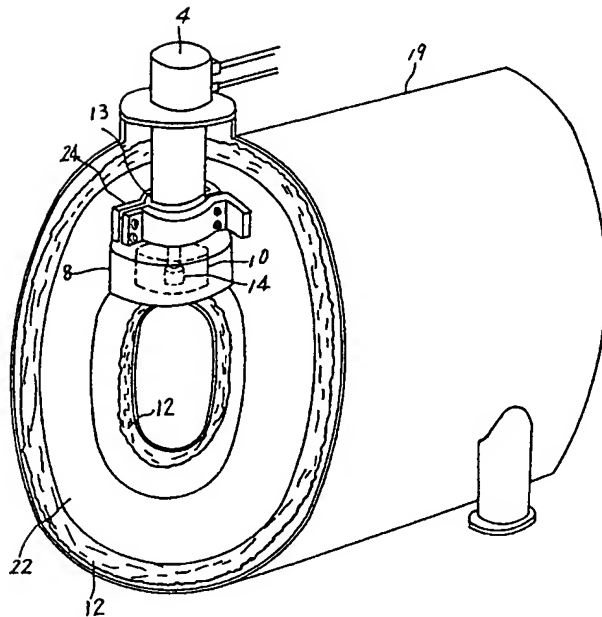


- 2…冷剤
- 4…冷凍機
- 5…凝縮器
- 8…80Kシールド
- 10…クライオパネル
- 22…高熱伝導性部材



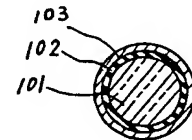
- 4…冷凍機
- 8…80Kシールド
- 10…クライオパネル

第 5 図

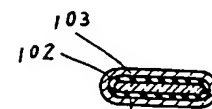


- 4…冷凍機
- 8…80Kシールド
- 10…クライオパネル

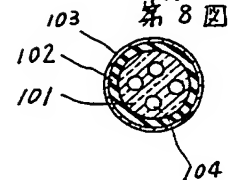
第 6 図



第 7 図



第 8 図



- 101…超電導材
- 102…被覆材
- 103…絶縁材
- 104…芯線